

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE
SERVICE
de la PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

BREVET D'INVENTION

P.V. n° 137.085

N° 1.551.747

Classification internationale :

F 28 f 3/00

Perfectionnements à des échangeurs de chaleur.

Société dite : CLARKE, CHAPMAN & CO. LIMITED résidant en Grande-Bretagne.

Demandé le 23 janvier 1968, à 16^h 4^m, à Paris.

Délivré par arrêté du 18 novembre 1968.

(*Bulletin officiel de la Propriété industrielle*, n° 52 du 27 décembre 1968.)

(*Demande de brevet déposée en Grande-Bretagne le 25 janvier 1967,
sous le n° 3.759/1967, au nom de la demanderesse.*)

La présente invention a essentiellement pour objet un dispositif permettant d'échanger de la chaleur entre deux fluides en circulation; l'invention se rapporte plus particulièrement à des échangeurs de chaleur dans lesquels des conduits pour les fluides sont formés entre des plaques successives d'une multiplicité de plaques empilées.

Dans la construction de tels ensembles, les plaques elles-mêmes peuvent être relativement fragiles, en particulier si l'espacement des conduits doit être maintenu par des éléments relativement minces, de façon qu'on puisse obtenir un volume interne utile dans un dispositif présentant des dimensions hors tout relativement ramassées. Ces éléments peuvent par suite être aisément endommagés avant d'être fixés les uns aux autres de façon à constituer un ensemble, et la fabrication d'échangeurs de chaleur à empilements utilisant de grandes plaques est particulièrement difficile. Le positionnement de ces éléments d'entretoisement, avant fixation entre elles des pièces de l'ensemble, présente également des difficultés.

Conformément à l'invention, on prévoit un échangeur de chaleur élémentaire pour assurer le transfert de chaleur entre deux circulations de fluide, cet échangeur comprenant une série de plaques superposées et des organes d'entretoisement formant butées disposés entre chaque paire successive de plaque de façon à former un passage de fluide entre ladite paire de plaques, des ouvertures ou cavités étant prévues dans les plaques à intervalles au voisinage de leur périphérie de façon à définir des ouvertures d'entrée et de sortie pour les deux fluides, les organes d'entretoisement présentant des profils fermés et les parties desdits profils de chaque organe d'entretoisement successif étant disposées à l'extérieur desdites ouvertures ou cavités pour une multiplicité alternée desdites ouvertures, de façon à définir des orifices d'entrée et de

sortie permettant aux fluides respectifs de s'écouler à travers les conduits entre des paires alternées de plaques successives montées en série.

Au moyen d'une telle disposition, les organes d'entretoisement qui auront usuellement un rapport très élevé vide à matière, sont relativement robustes, étant donné qu'ils présentent un profil fermé et qu'ils sont par suite moins susceptibles d'être endommagés avant assemblage. En outre, compte tenu de leurs profils continus, ils sont également susceptibles de constituer des supports pour les plaques à l'endroit desdites ouvertures ou cavités de manière à maintenir l'espacement correct entre les plaques dans ces régions. Un tel profil continu peut être semblable à celui des plaques de l'ensemble, de sorte que les opérations d'empilage, de positionnement et de maintien qui peuvent être effectuées avant que les éléments de l'échangeur ne soient fixés ensemble (par exemple par brasure) sont simplifiées.

Avantageusement, l'aire de la surface de transfert primaire de la chaleur est accrue dans un dispositif conforme à l'invention, en prévoyant des ondulations sur des plaques alternées desdites séries de plaques, ondulations qui s'étendent suivant la direction de circulation du fluide et chaque plaque ondulée venant porter sur ces faces opposées contre deux plaques planes adjacentes de façon à définir une série de sections de passage sensiblement triangulaire et de préférence équilatérale.

Il est avantageux de loger les ondulations dans une région intermédiaire comprise entre des régions extrêmes mutuellement éloignées des plaques dans lesquelles régions extrêmes sont prévues les ouvertures ou cavités précitées. Dans ce cas, les ouvertures ou cavités prévues dans lesdites régions extrêmes peuvent être écartées des ondulations et chaque organe d'entretoisement peut alors comprendre des élé-



ments qui s'étendent intérieurement à partir desdites ouvertures en direction des ondulations de façon à former des moyens d'écartement internes et de guidage de la circulation du fluide. Le support que ces éléments peuvent offrir permet de réduire l'épaisseur des plaques et par suite d'augmenter l'efficacité du transfert de chaleur, améliorant également le fonctionnement du dispositif en assurant une distribution égale du fluide qui circule sur toute la largeur des plaques.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, lesdites régions extrêmes de chaque plaque sont symétriques par rapport à un axe longitudinal de la plaque, tandis que chaque organe d'entretoisement présente des parties respectives dans chacune de ses régions extrêmes associées qui sont en correspondance avec la périphérie interne des ouvertures ou cavités sur un côté de l'axe de symétrie et qui peuvent être logées à l'extérieur des ouvertures ou cavités sur l'autre côté dudit axe. Grâce à cette disposition, on peut s'arranger pour que le renversement d'un organe d'entretoisement corresponde à une multiplicité alternée d'ouvertures des deux jeux d'entrée et de sortie aux extrémités opposées des plaques de façon qu'un seul profilé formant organe d'entretoisement peut être utilisé pour tout un empilement de plaques d'échange.

L'invention apparaîtra plus clairement à l'aide de la description détaillée qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés, donnés uniquement à titre d'exemple et dans lesquels :

Les figures 1 à 3 montrent respectivement une plaque plane, un organe d'entretoisement et une plaque ondulée en vue de constituer un élément d'échange de chaleur conforme à l'invention;

La figure 4 est une vue en coupe transversale à plus grande échelle d'un assemblage d'éléments correspondant à l'emplacement indiqué en A-A dans la figure 3;

La figure 5 montre une partie d'extrémité d'un échangeur conforme à l'invention avec ses collecteurs de circulation du fluide;

La figure 6 est relative à une variante conforme à l'invention.

En se reportant d'abord à la figure 1 des dessins, une plaque plane 2 d'épaisseur uniforme comprend une région intermédiaire principale rectangulaire 4 et deux régions extrêmes opposées 6 présentant une forme triangulaire équilatérale. À chaque bord libre des régions extrêmes 6, sont prévus des bras équidistants 8 faisant saillie perpendiculairement audit bord. La plaque est par suite symétrique autour d'un axe longitudinal passant par les sommets mutuellement éloignés des régions extrêmes 6.

Dans la figure 2 on a montré un organe d'entretoisement 12 constitué par un cadre plat

d'épaisseur uniforme présentant un contour périphérique continu, comprenant une paire de bandes intermédiaires parallèles 14 à ses extrémités opposées et des paires de bandes dirigées obliquement 16, 18 les bandes correspondantes de ces deux séries différemment constituées étant disposées sur les côtés opposés du cadre à ses extrémités respectives. Les bandes 16 font suite directement aux extrémités adjacentes des bandes 14, tandis que les prolongements latéraux 20, 22 aux extrémités des bandes 18 forment prolongement entre ces dernières bandes et les bandes 14 et 16 respectivement. Une série de bras équidistants 24 font saillie perpendiculairement à la périphérie extérieure de chaque bande 16, tandis que sur la périphérie intérieure de chaque bande 18 font saillie une série de bras intérieurs 26 espacés de façon semblable en direction d'une ligne reliant les extrémités adjacentes de deux bandes 14. Les bras 26 sont perpendiculaires aux bandes 18 à leur jonction avec elles, mais sont incurvées ensuite de sorte que leurs extrémités libres sont dirigées parallèlement aux bandes adjacentes 16.

L'organe formant plaque ondulée 32 montré dans la figure 3 a une épaisseur uniforme et comprend une région principale intermédiaire rectangulaire 34 occupée par une série d'ondulations dirigées longitudinalement dont les sommets font saillie de manière équidistante de chaque côté du plan des régions latérales planes de bordure 35. L'organe 32 comprend également deux régions extrêmes opposées 36 ayant une forme triangulaire équilatérale qui sont planes et coplanaires aux régions 35 marginales. Sur chaque bord libre des régions extrêmes 36, font saillie une série de bras équidistants 38 dirigés perpendiculairement aux bords de ces régions, et la plaque est symétrique par rapport à un axe longitudinal passant par les sommets opposés des régions extrêmes 36.

Les profils périphériques des organes 2 et 32 sont identiques. Dans l'organe d'entretoisement 12, les bandes 14 intermédiaires du cadre peuvent être superposées directement aux régions latérales de bordure 35 de l'organe 32 et les bandes 16 du cadre ainsi que leurs bras 24 ont alors leurs bordures extérieures en coïncidence avec chaque bord extérieur adjacent des régions extrêmes 6, 36 et des bras associés 8, 38 desdites régions. Sur les deux côtés restants du profilé hexagonal, les bras 8, 38 coïncident avec la racine des bras 26 et chaque bande 18 du cadre est écartée des parties des régions périphériques de l'organe 32 d'où les bras 8, 38 font saillie, la périphérie extérieure de chaque bande 18 coïncidant au contraire avec les bords des extrémités libres des bras 8, 38.

L'échangeur de chaleur est construit en empilant les organes 2, 32 de façon alternée, un organe d'entretoisement 12 étant placé entre

chaque paire successive d'organes 2, 32. On considérera maintenant un ensemble initial constitué de chacun de ces trois organes différents; un tel empilage forme un espace intérieur entre les organes 2, 32 et est séparé de l'extérieur sur les côtés de l'assemblage contenant les bandes 14, 16 de l'organe d'entretoisement, régions dans lesquelles les bords périphériques des trois organes coïncident. Si désiré, la jonction étanche de ces bords peut être assurée par exemple par soudage ou brasage. Sur les deux côtés mutuellement éloignés contenant les bandes 18 du cadre sont prévues une série d'ouvertures entre les bras qui coïncident 8, 26, 38, les bandes 18 étant écartées vers l'extérieur des bords adjacents des régions extrêmes 6, 36 des plaques. Le fluide peut par suite s'écouler à l'intérieur de l'assemblage sur un côté d'une région extrême en se dirigeant vers les ouvertures correspondantes prévues sur l'autre côté de l'autre région extrême, la circulation entre ces deux positions s'effectuant à travers les ondulations longitudinales au moyen des chenau de guidage que définissent les bras intérieurs 26 dans les régions extrêmes des plaques.

De façon à compléter le module élémentaire d'échange de chaleur, un second organe d'entretoisement est placé sur la face libre de l'organe ondulé, en position inverse, de sorte que ses bandes 16, 18 sont disposées du côté des bandes 18, 16, respectivement du premier organe d'entretoisement, puis une seconde plaque plane 2 est disposée sur ce second organe d'entretoisement. On forme ainsi un second espace interne qui est séparé du premier par l'organe 32 placé entre les deux organes d'entretoisement et qui présente des ouvertures d'entrée et de sortie sur ces côtés mutuellement éloignés des régions extrêmes qui sont séparées de façon étanche du premier espace intérieur. En d'autres termes, les bandes 16, 18 du second organe d'entretoisement couvrent les bandes 18, 16 respectivement du premier organe d'entretoisement. Évidemment, on comprendra qu'avec cette disposition le second organe d'entretoisement sépare de façon étanche et de manière analogue le second espace interne dans les deux régions extrêmes où sont formées les ouvertures de communication avec le premier espace interne.

L'assemblage présente par suite à sa périphérie des faces séparées pour l'entrée et la sortie de deux circulations de fluide à travers lesquelles l'échange de chaleur peut s'effectuer à travers l'organe ondulé 32. Un empilage peut être construit en répétant les assemblages modulaires, le second organe plat 2 de chaque jeu servant de premier organe plat au jeu d'organes suivants; les fluides peuvent être conduits aux faces requises de l'empilement et y être évacués par des collecteurs prévus sur ces faces.

Dans la figure 5, on a montré en 52 de tels collecteurs. Ils peuvent être constitués par des organes en forme de conduits s'étendant le long de l'empilage transversalement par rapport aux plans des plaques et fixés de manière étanche sur lesdites faces de l'empilage où ils peuvent être constitués par des bandes solidaires fermées, chacune de forme identique, s'étendant à partir des bords des régions extrêmes des plaques et des organes d'entretoisement qui sont superposés lors de la formation de l'empilage, de manière à constituer les passages continus des collecteurs.

Dans la figure 4, on a montré la disposition d'un empilage comprenant une série de jeux d'organes. On doit noter ici que les organes ondulés successifs sont inversés les uns par rapport aux autres, de sorte que leurs ondulations sont déphasées ou décalées de 180°. Si l'on se rappelle que l'un des fluides s'écoule sur la face inférieure de chaque organe ondulé et que le second fluide s'écoule sur la face supérieure de chacun de ces organes, on comprendra d'après le dessin que le canal formé par chaque ondulation est entouré de tous les côtés par des canaux dans lesquels circule l'autre des deux fluides. La forme des ondulations est de plus telle que ces canaux ont sensiblement une section transversale en triangle équilatéral, ce qui fait que les longueurs des trajets effectifs pour le transfert de chaleur sont maintenus relativement courts.

Cette configuration est particulièrement avantageuse lorsqu'il faut effectuer des opérations de transfert de chaleur utilisant un métal liquide pour l'un au moins des fluides, comme cela peut être le cas notamment dans des unités nucléaires génératrices de puissance, étant donné que lorsque l'on utilise des métaux liquides il est nécessaire d'employer des surfaces primaires pour assurer le transfert de chaleur, l'action de surfaces secondaires de transfert de chaleur constituées par exemple par des ailettes étant très inefficace.

La figure 6 montre un assemblage conforme à l'invention dans lequel au lieu des cavités prévues entre les bras 8, 38 des plaques du premier exemple décrit, on a prévu des ouvertures dans les plaques individuelles aux endroits des ouvertures d'entrée et de sortie. Ces ouvertures remplacent les collecteurs de l'exemple montré dans la figure 5 et comprennent des bandes latérales 62 s'étendant à partir des bords extérieurs des régions extrêmes triangulaires pleines des plaques rejoignant une bande de jonction terminale 64, de sorte que l'espace compris entre chaque paire de bandes 62 est fermé.

De manière analogue au premier exemple décrit, les ouvertures sont disposées symétriquement dans les régions extrêmes des plaques. Dans les organes d'entretoisement, les bras 24

sont modifiés de sorte qu'ils s'étendent maintenant en coïncidence avec les bandes 62 et ils comportent également des bandes de jonction terminales qui coïncident avec les bandes 64. Sur un côté de chaque extrémité d'un organe d'entretoisement, les extrémités intérieures des bandes latérales correspondant aux bras 24 sont reliées par une autre bande assurant la jonction étanche contre les bords des plaques, de manière analogue aux bandes 16 montrées dans la figure 2, tandis que sur l'autre côté il n'est pas prévu de telles bandes de jonction de sorte que la circulation du fluide peut pénétrer et sortir des espaces compris entre les paires adjacentes de plaques; ici, les bandes latérales fonctionnent de manière analogue aux bandes 26 de la figure 2 et s'étendent de façon semblable à l'intérieur des régions extrêmes des plaques de manière à constituer des moyens d'espacement et de guidage du fluide. Cependant, si ces fonctions ne sont pas requises, les bandes latérales intermédiaires peuvent être omises sur les plaques et sur les organes d'entretoisement de sorte qu'il n'y a plus qu'une simple ouverture ou un simple collecteur sur chaque face extrême de l'empilage.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier, l'invention comprend tous les moyens équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons, si celles-ci sont réalisées selon l'esprit de l'invention.

RÉSUMÉ

La présente invention a essentiellement pour objets :

I. Des éléments d'échange de chaleur pour échangeurs de chaleur, permettant d'effectuer le transfert de chaleur entre deux fluides, du type comprenant des séries de plaques superposées avec des organes d'entretoisement disposés entre chaque paire de plaques successives pour former un passage de fluide entre lesdites paires de plaques, lesdits éléments d'échange étant remarquables notamment par les caractéristiques suivantes, considérées séparément ou en combinaison :

a. Des ouvertures ou cavités sont prévues dans les plaques à intervalles, dans leur région périphérique définissant des ouvertures d'entrée et de sortie pour les deux fluides, et les organes d'entretoisement présentent des profils fermés, des parties desdits profils de chaque organe d'entretoisement successif étant disposées à l'extérieur desdites ouvertures ou cavités à l'endroit de plusieurs ouvertures alternées de façon à définir des passages d'admission et d'échappement permettant aux fluides respectifs de s'écouler à travers les passages formés entre les pa-

res alternées de plaques successives en série;

b. Des plaques alternées précitées présentent des ondulations qui s'étendent suivant la direction de circulation du fluide, les autres plaques étant planes au moins dans les régions coïncidant avec lesdites ondulations;

c. Lesdites régions planes et ondulées définissent une série de passages ayant chacun en section transversale une forme sensiblement de triangle équilatéral;

d. Les ondulations sont disposées dans une région intermédiaire comprise entre deux régions extrêmes éloignées des plaques, dans lesquelles régions extrêmes sont prévues lesdites ouvertures ou cavités qui sont ainsi éloignées desdites ondulations, chaque organe d'entretoisement comprenant des éléments intérieurs s'étendant à partir desdites ouvertures ou cavités et se dirigeant vers les ondulations de façon à constituer des moyens internes d'espacement et de guidage des fluides;

e. Les éléments internes précités sont disposés de façon à infléchir la circulation de fluides suivant un certain angle formé dans une région intermédiaire;

f. Les ouvertures ou cavités précitées comprennent une série de bras qui font saillie perpendiculairement à partir des régions marginales de chaque plaque;

g. Les régions extrêmes des plaques ont une forme sensiblement triangulaire équilatérale et les éléments intérieurs précités des organes d'entretoisement comprennent des parties à la périphérie dudit organe qui sont coaxiales avec lesdits bras des plaques à l'endroit desdites ouvertures ou cavités et se prolongent par d'autres parties s'étendant parallèlement à l'autre bord extérieur de la région extrême triangulaire associée de l'organe d'entretoisement;

h. Les ouvertures ou cavités précitées de chaque plaque sont disposées dans les régions extrêmes opposées qui sont symétriques par rapport à l'axe longitudinal de la plaque, chaque organe d'entretoisement comportant des parties respectives dans chacune de ses régions extrêmes associées dont une partie est en regard avec la périphérie intérieure des ouvertures ou cavités d'un côté de l'axe de symétrie et dont l'autre partie est disposée à l'extérieur desdites ouvertures ou cavités de l'autre côté dudit axe;

i. Chaque organe d'entretoisement comprend à ses parties extrêmes opposées et de chaque côté dudit axe des parties qui se correspondent, des organes d'entretoisement successifs présentant des profilés identiques mais de forme inversée;

j. Les plaques et organes d'entretoisement précités ont leurs parties périphériques qui coïncident et qui sont reliées de façon étanche

de manière à constituer des collecteurs d'admission et d'échappement pour chaque élément | II. A titre de produits industriels nouveaux, des échangeurs de chaleur utilisant des éléments d'échange du type précité en I.

Société dite : CLARKE, CHAPMAN & CO. LIMITED

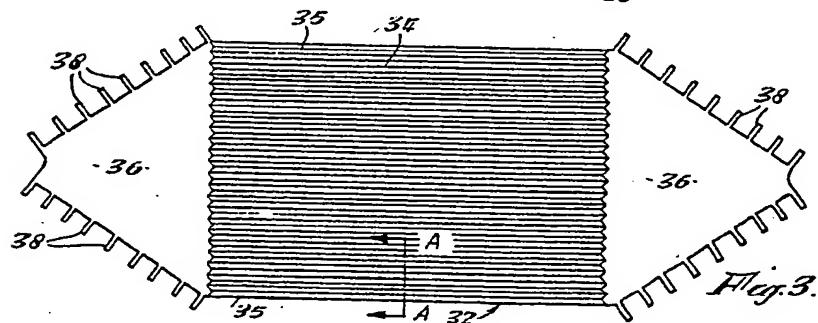
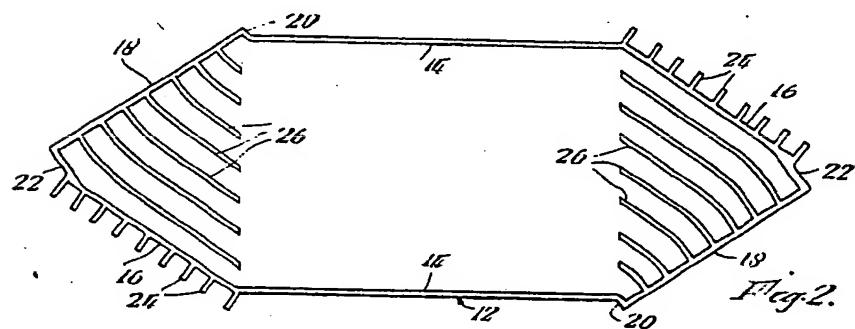
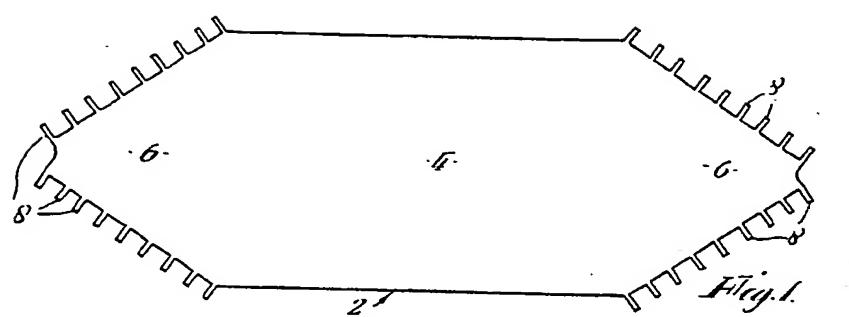
Par procuration :

Z. WEINSTEIN

N° 1.551.747

Société dite :
Clarke, Chapman & Co. Limited

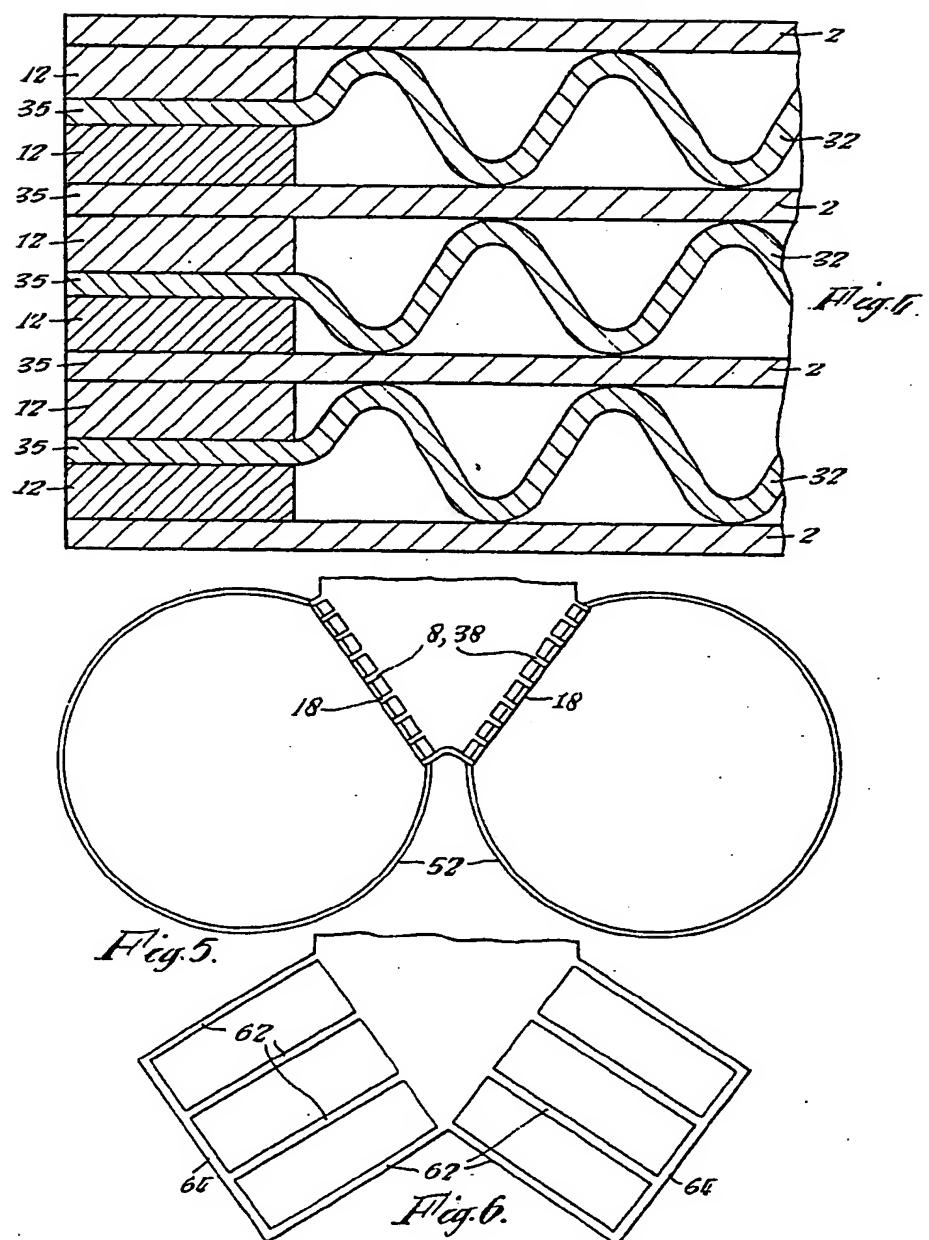
2 planches. - Pl. I



N° 1.551.747

Société dite :
Clarke, Chapman & Co. Limited

2 planches. - Pl. II



THIS PAGE BLANK (USPTO)